

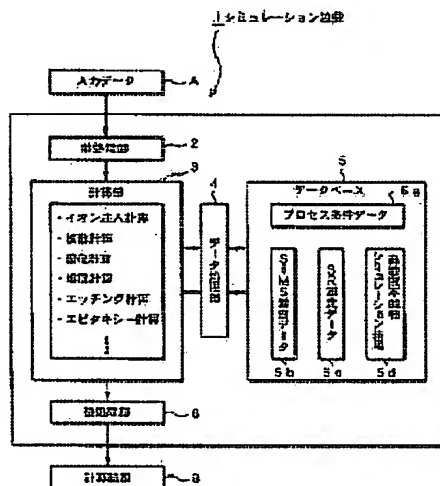
# DEVICE AND METHOD FOR SIMULATION

**Patent number:** JP9062718 (A)  
**Publication date:** 1997-03-07  
**Inventor(s):** TAKAHASHI SATOSHI +  
**Applicant(s):** SONY CORP +  
**Classification:**  
- International: G06F17/50; G06F19/00; G06Q50/00; H01L 21/00; H01L21/22; H 01L21/265; G06F17/00; (IPC1-7): G06F17/00; G 06F17/50; H01L21/22; H01L21/265  
- european:  
**Application number:** JP19950214344 19950823  
**Priority number(s):** JP19950214344 19950823

## Abstract of JP 9062718 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a simulation result with high reliability in a short period of time.

**SOLUTION:** Actual measurement data on an impurity concentration distribution and a simulation result are stored previously in a storage part as a data base 5; and then a calculation part 3 calculates an impurity concentration distribution on the basis of input data and a data processing part 4 performs a concentration converting process for the actual measurement data and simulation result stored in the data base 5 according to the instruction of input data A and then puts together and outputs the concentration distribution after the density conversion and the calculates impurity distribution.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-62718

(43) 公開日 平成9年(1997) 3月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 17/50			G 0 6 F 15/60	6 1 2 A
H 0 1 L 21/22			H 0 1 L 21/22	Z
21/265			21/265	A
// G 0 6 F 17/00			G 0 6 F 15/20	D

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-214344

(22) 出願日 平成7年(1995) 8月23日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 高橋 敏

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

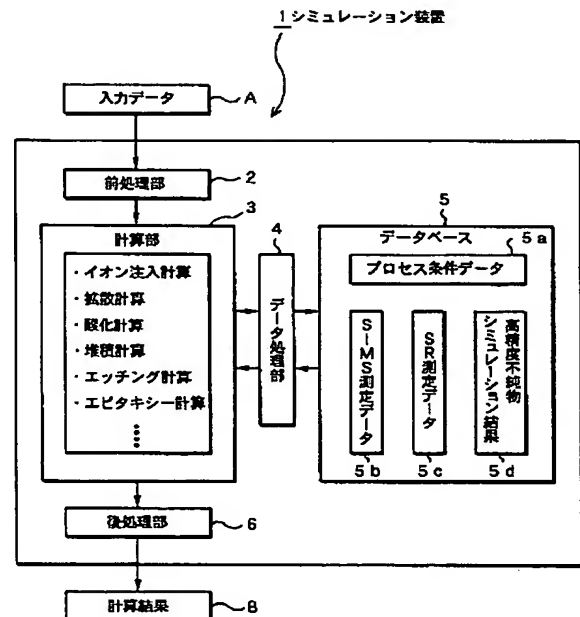
(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 シミュレーション装置およびシミュレーション方法

(57) 【要約】

【課題】 短時間で信頼性の高いシミュレーション結果を得ること。

【解決手段】 本発明は、予め不純物濃度分布の実測データやシミュレーション結果をデータベース5である記憶部内に格納しておき、次に、計算部3にて入力データAに基づく不純物濃度分布の計算を行うとともに、データ処理部4にて入力データAでの指示に基づきデータベース5内に格納されている実測データまたはシミュレーション結果に対する濃度変換処理を施し、次いで、濃度変換処理の施された変換後濃度分布と、計算による不純物濃度分布とを合成して出力するシミュレーション装置1およびシミュレーション方法である。



シミュレーション装置を説明するブロック図

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 プロセスの諸条件に基づく入力データを得て基板における不純物濃度分布の計算を行い、その結果を出力するシミュレーション装置であって、前記不純物濃度分布の計算を行う計算部と、予め取り込んでおいた不純物濃度分布の実測データやシミュレーション結果を格納しておく記憶部と、前記入力データでの指示に基づき前記記憶部内の実測データまたはシミュレーション結果に対する濃度変換処理を施し、この濃度変換処理の施された変換後濃度分布と前記計算部にて計算された不純物濃度分布とを合成して該計算部へ出力するデータ処理部とを備えていることを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項2】 プロセスの諸条件に基づく入力データを参照し、基板における不純物濃度分布の計算を行い、その結果を出力するシミュレーション方法であって、予め、不純物濃度分布の実測データやシミュレーション結果を記憶部内に格納しておき、次に、前記不純物濃度分布の計算を行うとともに、前記入力データでの指示に基づいて前記記憶部内に格納されている実測データまたはシミュレーション結果に対する濃度変換処理を施し、次いで、前記濃度変換処理の施された変換後濃度分布と、前記計算による不純物濃度分布とを合成することを特徴とするシミュレーション方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置における基板の不純物濃度分布を計算するシミュレーション装置およびシミュレーション方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】近年、半導体装置の多様化、微細化にともない、試作をせず計算によってプロセス条件の検討や特性評価を行うことができるシミュレーションが多く用いられており、その要求も年々厳しいものとなってきている。

【0003】特に、半導体装置の微細化にともないプロセスの低温化、イオン注入の低エネルギー化が進み、イオン注入後の拡散や酸化による不純物濃度分布はイオン注入のダメージによる点欠陥等の影響を受け、計算では予想できないような異常な拡散を引き起こすようになっている。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】不純物濃度分布の計算を行うシミュレーションでは、このような点欠陥等を考慮した拡散モデルを持つ精度の高いシミュレーション装置やシミュレーション方法も用いられるが、限られた条件以外では十分なシミュレーション精度が得られず、また十分なシミュレーション精度を得る場合にも多大な計算時間を要するという問題がある。また、イオン注入の

低エネルギー化により材質境界での影響を強く受けるようになり、不純物の拡散がより複雑となってシミュレーション精度の低下を招く原因となっている。

**【0005】**

【課題を解決するための手段】本発明は、このような課題を解決するために成されたシミュレーション装置およびシミュレーション方法である。すなわち、本発明のシミュレーション装置は、プロセスの諸条件に基づく入力データを得て基板における不純物濃度分布の計算を行い、その結果を出力するものであり、不純物濃度分布の計算を行う計算部と、予め取り込んでおいた不純物濃度分布の実測データやシミュレーション結果を格納しておく記憶部と、入力データでの指示に基づき記憶部内の実測データまたはシミュレーション結果に対する濃度変換処理を施し、濃度変換処理の施された変換後濃度分布と計算部にて計算された不純物濃度分布とを合成するデータ処理部とを備えている。

【0006】また、本発明のシミュレーション方法は、予め、不純物濃度分布の実測データやシミュレーション結果を記憶部内に格納しておき、次に、不純物濃度分布の計算を行うとともに、入力データでの指示に基づいて記憶部内に格納されている実測データまたはシミュレーション結果に対する濃度変換処理を施し、次いで、濃度変換処理の施された変換後濃度分布と、計算による不純物濃度分布とを合成する方法である。

【0007】このようなシミュレーション装置では、計算部にて入力データに基づく不純物濃度分布の計算を行い、データ処理部にて入力データでの指示に基づき記憶部内の実測データまたはシミュレーション結果に対する濃度変換処理を施している。つまり、入力データにはプロセスの諸条件に基づく記述が成されており、計算部にて不純物濃度分布を計算させる指示と、記憶部内の実測データやシミュレーション結果を適宜濃度変換して用いる指示とが書き込まれている。そして、計算による不純物濃度分布とデータ処理部にて濃度変換処理の施された変換後濃度分布との合成を行い、必要な部分のみ実測データやシミュレーション結果から得たデータを使用した不純物濃度分布の結果を出力する。

【0008】また、本発明のシミュレーション方法では、予め不純物濃度分布の実測データやシミュレーション結果を記憶部内に格納しておき、入力データの指示に基づいての通常の不純物濃度分布の計算や、記憶部内に格納されている実測データまたはシミュレーション結果に対する濃度変換処理を施し、計算によって得られた不純物濃度分布と、濃度変換処理の施された変換後濃度分布とを適宜合成している。これにより、計算では精度が不十分となる部分には実測データまたはシミュレーション結果から得た不純物濃度分布を用い、計算でも十分な精度を得ることができる部分には計算による不純物濃度分布を用いて、最終的な結果として信頼性の高いものを

出力できるようにしている。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、本発明のシミュレーション装置およびシミュレーション方法における実施の形態を図に基づいて説明する。図1は、本発明のシミュレーション装置を説明するブロック図である。すなわち、このシミュレーション装置1は、入力データAを読み込むための前処理部2と、前処理部2から入力データAを受けて所定の計算（イオン注入計算、拡散計算、酸化計算、堆積計算、エッチング計算、エピタキシー計算等）を行う計算部3と、入力データAの指示に基づいて所定の処理を行うデータ処理部4と、プロセス条件データ5aや種々の実測データ、高精度不純物シミュレーション結果5dを格納するデータベース5と、計算結果Bの出力を行うための後処理部6とを備えている。

【0010】本発明のシミュレーション装置1では、特にデータベース5内に不純物濃度分布の実測データであるSIMS測定データ5bやSR測定データ5c、モンテカルロシミュレーション等による高精度不純物シミュレーション結果5dを備えており、入力データAに記述された要求に基づいてこれらデータベース5内のデータを読み出し、計算部3で計算した不純物濃度分布との合成を行う点に特徴がある。

【0011】また、データベース5内のSIMS測定データ5bやSR測定データ5c、高精度不純物シミュレーション結果5dはデータ処理部4にて所定の濃度変換が施され、計算部3に渡される。これにより、所望のシミュレーション条件に適合した型でSIMS測定データ5b、SR測定データ5c等の実測データや高精度不純物シミュレーション結果5dを計算結果に反映させることが可能となる。

【0012】例えば、低温プロセスによりイオン注入を行った場合、この際のダメージによって発生した基板内の点欠陥の影響等により異常な不純物拡散を起こすことが分かっている。このようなプロセスにおけるシミュレーションを行う場合、異常な不純物拡散を起こすイオン注入に対応した不純物濃度分布を、データベース5から読み込んだSIMS測定データ5bやSR測定データ5c等の実測データまたは高精度不純物シミュレーション結果5dを用いて合成する。

【0013】この合成を行うにあたり、どのようなイオン注入に対してデータベース5からのデータを取り込むか等の情報は入力データAに予め記述されている。図2は入力データの一例を示す図である。すなわち、この入力データには、大別して～までのシミュレーションに必要な記述が書き込まれており、このうちの、、は通常のシミュレーション計算を行うためのプロセス諸条件が記述されている。また、ととの間にある記述は、図1に示すデータベース5から実測データまたはシミュレーション結果を取り込むための指示が

書き込まれている。

【0014】このような入力データは、図1に示すシミュレーション装置1を用いてシミュレーションを行う場合に、オペレータによって作成されたり、また所定の指定（半導体装置の構造やシミュレーション位置等の指定）を行うことで自動的に作成される。

【0015】入力データの記述では、「INIT」として基板の材質や結晶方位、導電型とその濃度、厚さ、シミュレーションを行う場合のメッシュの間隔や総数から成る初期値が指定されている。また、記述、には、「DEPO」として堆積条件、「IMPL」としてイオン注入条件、「ETCH」としてエッチング条件、「DIFF」として拡散や酸化の条件がプロセスに応じて指定されている。

【0016】さらに、記述には、「PRINT」として計算結果の出力条件が指定されている。入力データの中の記述は、記述までの条件により計算された不純物濃度分布に対して、図1に示すデータベース5から実測データまたはシミュレーション結果を読み込んで適宜合成するための指示が書き込まれている。

【0017】図1に示すデータ処理部4は、この入力データの記述を参照して、データベース5から指定されたデータを読み出し、所定の濃度変化処理を施して計算部3へ渡している。

【0018】例えば、図2に示す入力データにおける記述では、「ION1」としてイオン種の指定を行い、「DATA」として読み出すデータベース5内のデータの種別を指定し、「NUMM」として指定された種類のデータの中の番号を指定している。

【0019】また、「METHOD」の中の「DOSE」には、読み出したデータに対する濃度変換の指定が記述され、また「REPLACE」として濃度変換を施した後の変換後濃度分布をどのように合成するかの指定を行っている。この「REPLACE」では、計算により得られた不純物濃度分布を、変換後濃度分布に置き換えて合成することを指定している。なお、置き換え以外にも、例えば計算により得られた不純物濃度分布と変換後濃度分布とを加算して合成することも他の記述により指定できる。

【0020】このような入力データに基づき、本発明のシミュレーション装置1はシミュレーション計算を行い、入力データ内での指定によって適宜データベース5内のデータを読み出して、計算による不純物濃度分布との合成を行っている。これにより、計算では精度が不十分となる不純物濃度分布を、予めデータベース5内に格納されているSIMS測定データ5bやSR測定データ5c、高精度シミュレーション結果5dに基づく変換後濃度分布に置き換えたり、加算等を行って、信頼性の高い不純物濃度分布の結果を出力することができるようになる。

【0021】次に、このシミュレーション装置1による不純物濃度分布のシミュレーション方法を順に説明する。まず、図1に示すシミュレーション装置1のデータベース5内に、SIMS測定データ5bやSR測定データ5c等の実測データと、モンテカルロシミュレーション等による高精度不純物シミュレーション結果5dを格納しておく。これらのデータは、予め適宜求めておき、求められた段階でデータベース5内に順次蓄積していくようにする。

【0022】次いで、図1に示すシミュレーション装置1における前処理部2での入力データAの読み込みと、この読み込んだ入力データAにおける書式等のチェックを行う。そして、チェック後の入力データAを計算部3へ渡す。

【0023】計算部3では、前処理部2から渡された入力データAに基づいてイオン注入計算、拡散計算、酸化計算、堆積計算、エッチング計算、エピタキシー計算等の種々のシミュレーション計算を行う。この際、図2に示すような入力データが渡された場合には、その記述に基づいて所定のイオン注入と拡散とによる不純物濃度分布の計算を行う。

【0024】そして、記述に基づいて、計算部3はデータ処理部4にこの記述によるデータベース5内のデータの種類や濃度変換情報、合成情報をデータ処理部4へ渡す。データ処理部4は、計算部3から渡されたこれらの情報に基づきデータベース5内のデータに対する所定の処理を行う。このデータ処理部4での処理を、図3のフローチャートに基づいて詳細に説明する。

【0025】まず、ステップS1に示すように、データ処理部4は計算部3から計算した不純物濃度分布の読み込みを行い、次のステップS2では、計算部3からデータ処理条件の読み込み（例えば、入力データの記述に書き込まれたデータの種類、データ番号、データ処理方法等の読み込み）を行う。

【0026】次いで、ステップS3に示すように、データ処理部4は、指定された不純物濃度分布をデータベース5から読み込む処理を行う。例えば、先に説明した入力データの記述では、データの種類として「BORON」および「SIMS」が指定され、データ番号として「B. 12. 1」が指定され、データ処理方法として「DOSE=5E12」および「REPLACE」が指定されている。また、データの取り込み範囲として「TOPD=0. 0」から「BOTD=1. 0」が指定されている。

【0027】これにより、データ処理部4は、データベース5内のSIMS測定データ5bのうちのボロンに関するデータ番号「B. 12. 1」の不純物濃度分布を、基板の表面から1  $\mu\text{m}$ の深さまでの範囲で読み込む。なお、このデータベース5内の不純物濃度分布としては、測定したままのデータや測定したデータに対して所定の

ノイズ除去処理が施されたものも含まれている。上記のデータ番号「B. 12. 1」の末尾に付された「1」は、この不純物濃度分布に対してノイズ除去処理が施されていることを示している。

【0028】次のステップS5では、データ処理部4によってデータベース5から読み出した不純物濃度分布に対して濃度変換を行うか否かの判断を行う。濃度変換を行う場合にはステップS6で所定の濃度変換を行いステップS7へ進む。また、濃度変換を行わない場合にはそのままステップS7へ進む。

【0029】図2に示す入力データの場合には、その記述の中の「METHOD」において、「DOSE=5E12」が指定されているため、この指定によってデータベース5から読み出した不純物濃度分布に対して濃度変換を行うことが分かる。この場合には、読み出した不純物濃度分布に対して所定の関数を用い、その濃度が $5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ となるような濃度変換を行う。

【0030】次に、ステップS7では、ステップS1で読み込んだ計算部3からの不純物濃度分布と、データベース5から読み出して必要に応じて濃度変換を行った不純物濃度分布との合成を行う。図4は不純物濃度分布データの合成の一例を説明する図で、(a)は合成前、(b)は合成後を示している。

【0031】すなわち、図4(a)に示すように、合成前においては図中実線で示すような計算部3での計算による不純物濃度分布が得られている。この例では、基板の浅い位置から深い位置に向けてボロンB、砒素As、リンPの順で分布している。ところが、実際のボロンBの分布は計算による分布とは異なっており、図中破線で示すような分布(B)となっている。

【0032】そこで、図2に示す入力データの記述に基づき、ボロンの不純物濃度分布を、データベース5から読み出したデータに基づく不純物濃度分布と置き換えて合成する処理を行う。これにより、図4(b)の実線で示すような不純物濃度分布を得ることができる。なお、図4(b)に示す破線は、置き換え前のボロン(B)の分布を示している。

【0033】図3に示すステップS7では、このように入力データに基づいた不純物濃度分布の合成を行う。その後は、ステップS8に示すように、この合成後の不純物濃度分布を計算部3へ渡す処理を行う。計算部3では渡された合成後の不純物濃度分布を用い、図2に示す入力データの記述、に従ったシミュレーション計算を続けて行う。そして、後処理部6を介して計算結果Bを例えばディスプレイ等に表示出力する。

【0034】なお、本実施形態では、データベース5に格納しておく実測データとしてSIMS測定データ5bやSR測定データ5cを例として説明したが、これ以外の測定方法により得た不純物濃度分布の実測データであっても同様である。また、不純物濃度分布の合成では、

主としてボロンをデータベース5の実測データに基づく不純物濃度分布と置き換えて合成する例を示したが、これ以外の不純物を置き換えたり、加算して合成する場合であっても同様である。

【0035】さらに、図2に示す入力データの記述の記載内容や記載形式はこれに限定されず、データベース5内のどのデータを用い、これに対してどのような処理を施すかが分かるような記載内容および記載形式であれば図2に示すものに限定されない。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のシミュレーション装置およびシミュレーション方法によれば次のような効果がある。すなわち、本発明によれば計算のみでは正確な不純物濃度分布のシミュレーション結果を得ることができない場合であっても、記憶部であるデータベース内に予め格納しておいた実測データやシミュレーション結果を用いて合成しているため、正確なシミュレーション結果を出力することが可能となる。また、複雑な計算を行うことなく簡単な処理による合成でシミュレ

ーション結果を得ているため、短時間でも信頼性の高いシミュレーションを行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のシミュレーション装置を説明するブロック図である。

【図2】入力データの一例を示す図である。

【図3】データ処理のフローチャートである。

【図4】データ合成の一例を説明する図で、(a)は合成前、(b)は合成後の分布を示している。

【符号の説明】

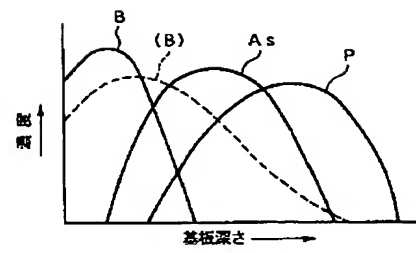
- 1 シミュレーション装置
- 2 前処理部
- 3 計算部
- 4 データ処理部
- 5 データベース
- 6 後処理部
- A 入力データ
- B 計算結果

【図1】

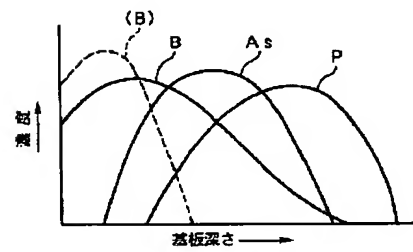
【図2】

【図3】

【図4】



(a) 合成前



(b) 合成後

データ合成の一例を説明する図